



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD.

GRADO EN FISIOTERAPIA.

Curso académico 2013/2014.

TRABAJO FIN DE GRADO.

**SEGUIMIENTO REHABILITADOR TRAS ROTURA DE LIGAMENTO
CRUZADO ANTERIOR CON APLICACIÓN DE TRATAMIENTO
FISIOTERÁPICO NEUROCOGNITIVO.**

Autor: Juan Berges Pastor.

Tutor: Félix Herranz Bercedo.

Índice:

Resumen: página 3

1. Introducción: página 4
 - 1.1. Delimitación conceptual, importancia y frecuencia: página 4
 - 1.2. Función neurológica: página 4
 - 1.3. La propiocepción: página 5
 - 1.4. Causas, déficits y consecuencias: página 7
 - 1.5. Actualidad e investigación: página 8
2. Objetivos: página 9
 - 2.1. Objetivos primarios: página 9
 - 2.2. Objetivos secundarios: página 9
3. Metodología: página 9
 - 3.1. Diseño de estudio y datos iniciales: página 9
 - 3.2. Valoración: página 10
 - 3.3. Diagnóstico fisioterápico: página 10
 - 3.4. Intervención fisioterápica: página 11
4. Desarrollo: página 18
 - 4.1. Evolución y seguimiento: página 18
 - 4.2. Limitaciones: página 26
 - 4.3. Discusión: página 27
5. Conclusiones: página 31
6. Bibliografía: página 32

ANEXO1 abreviaturas: página 41

ANEXO2 anatomía y función: página 42

ANEXO3 aplicación y teoría valorativa: página 45

ANEXO4 protocolo estándar: página 50

ANEXO6 base teórica del protocolo neurocognitivo: página 53

ANEXO6 descripción de ejercicios neurocognitivos específicos: página 57

RESUMEN

Introducción: La rotura de ligamento cruzado anterior (LCA) es una lesión frecuente en la actividad deportiva y recreativa así como en accidentes laborales. Afecta a una población joven y activa con una prevalencia alta. Su recuperación, con cirugía o no, necesita de la aplicación de rehabilitación fisioterapia para poder volver a la actividad previa, y por lo tanto, la efectividad de estos tratamientos rehabilitadores de rodilla se antoja esencial para la buena recuperación del paciente. En este trabajo se expondrá el seguimiento de la recuperación del paciente mediante la aplicación de un tratamiento con base neurológica, defendiendo este tipo de terapias como posibles vías de mejora dentro de la recuperación de la rotura de LCA.

Objetivo: Restaurar la función de la rodilla a nivel prelesional.

Metodología: Diseño intrasujeto AB. Paciente de 26 años, varón, de profesión camionero, cuya actividad física es bastante frecuente a nivel de gimnasio. Fue intervenido quirúrgicamente de reconstrucción del LCA de rodilla derecha con plastia autóloga del tendón del semitendinoso.

Se valoró el edema y el trofismo de la rodilla por cintometría, el rango de movimiento, la fuerza muscular, la valoración funcional mediante el test de Cincinnati de rodilla, la propiocepción de la rodilla mediante el test de sensibilidad posicional de articulación, el estado psicológico del paciente durante el tratamiento mediante el cuestionario de salud SF-36 español y el dolor mediante la escala analógica visual. El tratamiento fisioterapéutico consistió en un protocolo acelerado de recuperación neurológico.

Abreviaturas ANEXO1.

Desarrollo:

Se observa la evolución favorable en el paciente en todos los aspectos valorados destacando la velocidad en la mejora de parámetros de edema, trofismo y rango de movimiento, los otros parámetros fueron casi

totalmente recuperados al final del tratamiento, que fue abandonado por el paciente antes de su conclusión.

Conclusiones:

La aplicación del tratamiento propuesto podría ser una de las causas de la pronta y efectiva recuperación de la rodilla. Demostrándose el tratamiento neurocognitivo como uno de los más efectivos para la recuperación de este tipo de patologías. Debiéndose considerar y aplicar de forma más generalizada las bases de este tipo de tratamientos.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Delimitación conceptual, importancia y frecuencia.

Los ligamentos cruzados de la rodilla son los encargados de regular la cinemática articular. Son «órganos sensores» que informan de la musculatura periarticular influyendo sobre la posición de las superficies articulares, la dirección y la magnitud de las fuerzas y sobre la distribución de las tensiones articulares¹. Está considerada una estructura muy importante funcional y somatosensorialmente cuya patología conlleva consecuencias notables². Estudios actuales muestran en España una prevalencia de 4/1000 al año, llegando a un promedio de 16.500 de operaciones de plastias anuales, es por ello, su recuperación, un tema recurrido e importante dentro de la sanidad ^{1,2,3}. *Anatomía y función general descrita en ANEXO 2.*

1.2 Función neurológica

La función propioceptiva es sumamente importante ya que el LCA contiene elementos neuronales que proporcionan al SNC información aferente sobre la posición de la articulación de la rodilla. Cuenta con las siguientes estructuras: terminaciones de Ruffini, corpúsculos de Paccini, terminaciones de Golgi y nerviosas libres del SNC. Estos elementos detectan cambios en la tensión, la velocidad, la aceleración, la dirección del movimiento y la posición de la rodilla.³

Su actividad data también del control reflejo del cuerpo en coordinación a la médula espinal, ajustando el tono muscular por la vía alfa-motoneurona^{3.4}.

Recientes investigaciones han demostrado también el papel de los músculos isquiotibiales, cuádriceps, y la cápsula en el ajuste de la articulación de la rodilla por procedimientos reflejos mecánicos⁵, liberando al LCA de actividad continuada⁶.

1.3 La Propriocepción

La propiocepción comienza en los receptores primarios de las articulaciones, músculos, y cápsula esencialmente. La información de la contracción muscular y el ángulo articular es transmitido a través del núcleo columnar dorsal de la medula espinal y el complejo ventrobasal del tálamo, hacia dos principales regiones del córtex cerebral: el área SI en el giro postcentral y el área SII del surco lateral⁷.

En el área SI, los receptores propioceptivos llegan principalmente a subregiones denominadas 3a y 2, mientras que la información de los receptores cutáneos llegan principalmente a la región 3b y 1.

SI proyecta su información a un amplio rango de estructuras neuronales corticales destacando el área 5, localizado en la parte superior del lóbulo parietal⁸ (figura 1).

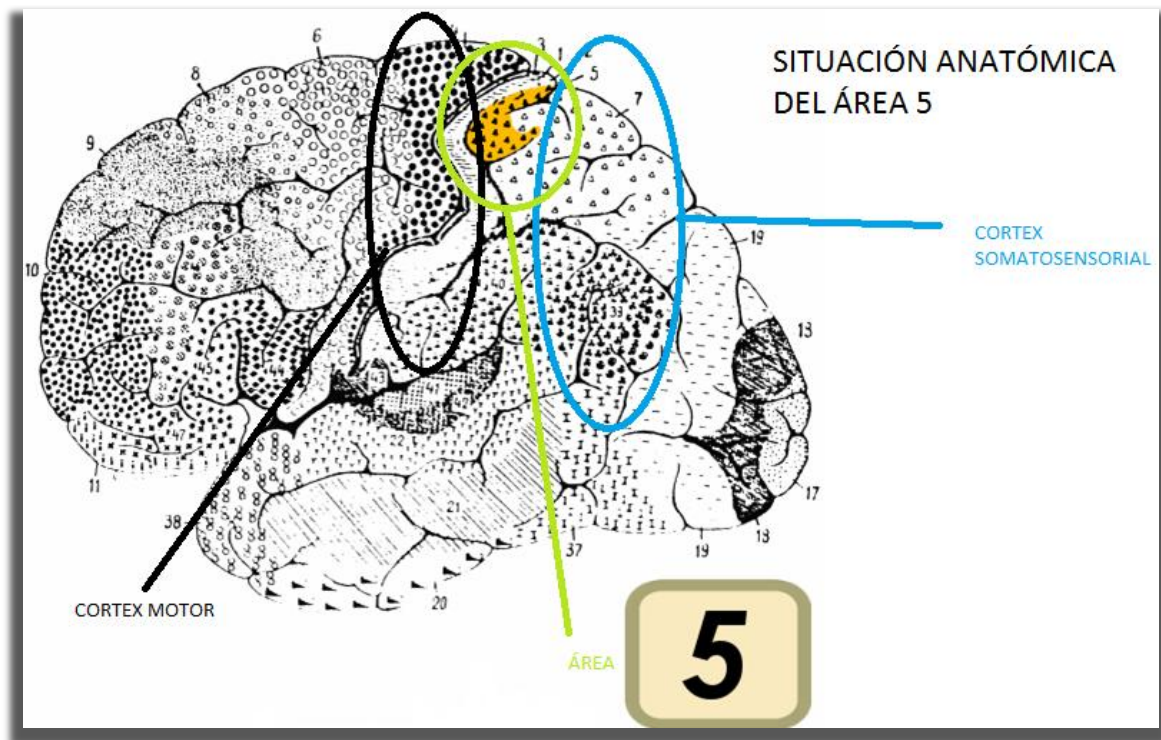


Figura 1

Así pues, es el área 5 la que recibe y asimila los inputs propioceptivos. En consecuencia, se podría decir que la mayoría de la representación del cuerpo se encontrase en el área 5.

Ciertos autores han identificado esta área, junto con el área premotora, con la representación mental del cuerpo y el control del mismo relacionado con patologías corticales⁹.

También se ha demostrado la relación entre el área 5 y estructuras básicas como el córtex motor primario, el premotor, y el córtex motor suplementario¹⁰, justificando aún más la relación motora¹¹.

Se cree que la actividad neuronal del área 5 comienza a responder en una media de 60 ms después de que las neuronas de córtex premotor se active. Lo que produce que la actividad del área 5 sea una copia de las eferencias premotoras. Y, debido a la naturaleza del área 5 y a su situación espacial, esta actividad motora puede convertirse en también en actividad sensorial codificando la postura corporal¹².

1.4 Causas, déficits y consecuencias.

Destacan como causas esenciales: los impactos sobre la cara lateral medial de la rodilla o medial del antepie (triada de O'Donoghe), los impactos sobre la cara medial de la rodilla o lateral del antepie; las hiperextensiones con valgo y rotación interna de rodilla; y los mecanismos de rotación: sin contacto corporal (más común) y los de desaceleración articular ².

Las consecuencias destacadas son las inestabilidades articulares, la disminución de la activación muscular y la fuerza disminuyendo la capacidad de equilibrio y de marcha¹³ y las neurológicas siguientes.

Propiocepción: observándose en diferentes estudios una alteración significativa en umbrales de respuesta propioceptiva procedentes del SNC.

14,15,16,17,18,19,20

Fuerza muscular: reconocida como consecuencia neurocognitiva, su recuperación crea dudas ^{21,22}. Sí que es admitida la relación entre la fuerza y la capacidad funcional. Dentro de la recuperación muscular, estudios

actuales abogan por la recuperación neurocognitiva como elemento necesario en la recuperación de la fuerza^{23,24}.

Actividad funcional: se ha demostrado la relación entre la información aferente y la funcionabilidad neuromuscular^{25,26,27,28}.

Patrones de activación del movimiento: son isquiotibiales y articulaciones de tobillo y cadera los principales compensadores neurocognitivos^{29,30}. Así como la disminución de contracción refleja de cuádriceps, produciendo alteración de patrones propioceptores^{31,32,33}.

1.5 Actualidad e investigación.

En desarrollo neurológico en este campo se encuentra bastante avanzado. Basándonos en los estudios actuales neurocognitivos podríamos establecer 3 líneas investigacionales.

Las que tratan de exaltar la importancia neurocognitiva dentro de los tratamientos rehabilitadores. En ellos se suele comparar los resultados de un tratamiento rehabilitador preestablecido con uno nuevo neurocognitivo^{34,35,36,37}.

Las neuronales e histológicas. Que profundizan en bases neuronales para justificar estos tratamientos^{39,40,41,42,43,44,45}.

Las propuestas neurocognitivas propias mejoradas y comparadas con otros anteriores, abogando por tratamientos que pudieran combinar los apartados neurocognitivos^{46,47,48,49}.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal:

- Rehabilitación funcional de la rodilla para el retorno a la actividad normal.

2.2 Objetivos secundarios:

- Eliminar dolor, edema, mejora de la cicatriz.
- Restaurar el tono muscular, control neuromuscular y rango muscular.
- Seguimiento, valoración y comparación del programa rehabilitador propuesto.
- Aportar base científica neurológica en el tratamiento del LCA.

3. METODOLOGÍA

3.1 Diseño del estudio y datos iniciales

Estudio de caso clínico con muestra $n=1$ con diseño intrasujeto tipo A-B.

Seguimiento de caso único, varón, 26 años, camionero, diagnosticado de rotura de ligamento cruzado anterior en su rodilla derecha. Su rotura se produjo tras bajar de su camión y realizar un giro articular brusco con la tibia fijada.

Fue operado a la semana de su lesión el 25/9/2013 reconstruyendo el ligamento con una porción de tendón de isquiotibiales.

Tras la operación, empezó su tratamiento el 10/9/2013 completando 14 semanas del mismo. Acudió a tratamiento 5 veces a la semana, 1 h/día. Sin presentar antecedentes a tener en cuenta.

3.2 Valoración

Ocho tipos de evaluaciones cinco veces durante el proceso rehabilitador. Los valores de ROM, trofismo y edema han tenido un análisis adjunto dividido en periodos semanales debido a su rápido desarrollo. *Teoría y aplicación de la valorativa descrita en ANEXO 3.*

- Test de fuerza manual.
- Test de amplitud articular.
- Cintometría muscular (trofismo).
- Cintometría patellar (edema).
- Test de escala analógica visual.
- Test de sensibilidad posicional articular.
- Test de Cincinnati para rodilla.
- Cuestionario SF-36 ítems de salud española.

Valoraciones:

- V1:Inicio de fase 1: semana 0.
- V2:Inicio fase 2: semana 6.
- V3:Inicio fase 3: semana 12.
- V4:Inicio fase 4 semana 18.
- V5:Final de tratamiento: semana 23.

3.3 Diagnóstico fisioterápico:

Hipermovilidad e inestabilidad álgica en rodilla derecha secundario a cirugía de reconstrucción de LCA.

3.4 Intervención fisioterápica

Se aplicó un tratamiento fisioterápico estándar del centro donde acudió coordinado al propio protocolo neurocognitivo, siendo ese primero el que marcará las etapas del tratamiento. *Descripción de protocolo estándar en ANEXO 4.*

Fuera del protocolo propuesto se aplicaron técnicas fisioterápicas adjuntas:

Todas las sesiones:

- Tonificación muscular eléctrica.
- Estiramientos de músculos con tendencia al acortamiento.
- Crioterapia

Hasta la 7ª semana

- Drenaje manual para edema perirotuliano.
- Tratamiento cicatrizal (figura2: cicatriz)



Figura 2

PROTOCOLO NEUROCOGNITIVO.

Base teórica de protocolo neurocognitivo en ANEXO 5 y descripción de ejercicios neurocognitivos en ANEXO 6.

Etapas de postoperatorio

- Objetivos:
 - Instrucción.
 - Mantenimiento muscular/articular.

Etapas de equilibrio

- Objetivo:
 - Restablecer el equilibrio y e iniciar propiocepción.
 - Preparación de la rodilla a la carga y a la marcha.
 - Restablecer patrones de marcha.
 - Soporte con ambos miembros.
 - Estabilidad articular.
- Indicaciones:
 - Fases iniciales sin carga. Conforme se avanza aplicación de carga lo antes posible.
- Ejercicios:
 - IM1-IM5. (figura 3a, 3b)
 - Ejercicios de marcha en paralelas con apoyo/aplicación de patrones de marcha.
 - Mantenimiento posicional estático bipodal con/sin apoyo ojos abiertos/cerrados (figura 4).
 - Mantenimiento posicional estático monopodal miembro sano/afecto ojos abiertos/cerrados.

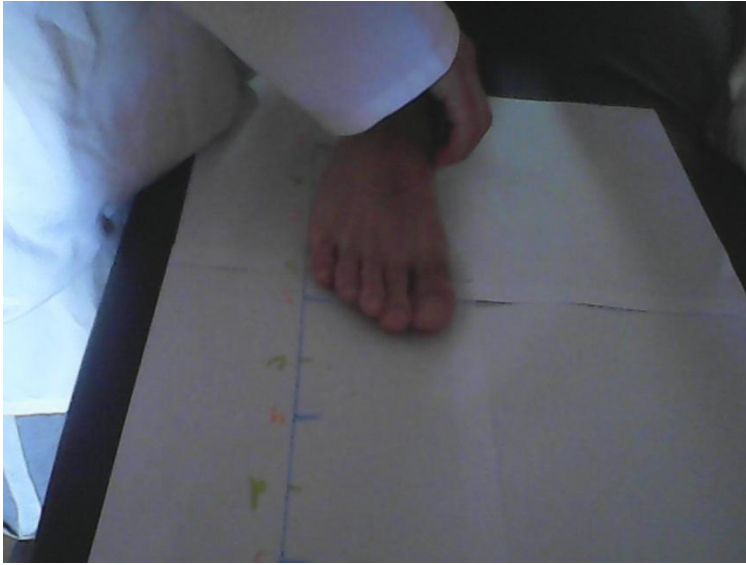


Figura 3a.



Figura 3b.



Figura 4.

Etapas de estabilidad dinámica articular

- Objetivo:
 - Control de la estabilidad con carga/dinámica bipodal/monopodal.
 - Perfeccionamiento de la marcha y equilibrio. Marcha lateral y hacia atrás.
 - Control articular de las articulaciones proximales.
 - Consecución de fuerza total.
- Indicaciones:
 - Progresivo, individual.
 - Las etapas anteriores pueden utilizarse para potenciar las próximas.
- Tratamiento:
 - IM5-IM11 (Figura 5).
 - Progresión ejercicios de estrella.
 - Iniciales.
 - Mediales.
 - Finales.
 - Progresión de ejercicios plano inclinado sin elementos adjuntos:

- Mantenimiento posicional estático bipodal/monopodal con/sin apoyo ojos abiertos/cerrados.
- Marcha sin apoyos.
- Marcha lateral/hacia atrás con/sin apoyo, progresivo.
- Progresión de ejercicios plano inclinado con elementos adjuntos:
 - Mantenimiento posicional estático bipodal/monopodal con lastres en rodillas/caderas/manos.
 - Mantenimiento posicional estático bipodal/monopodal con bandas de "theraband" en manos/rodillas/cintura (figura 6).
 - Mantenimiento posicional estático bipodal/monopodal con pases de balón.



Figura 5.



Figura 6.

Etapas de agilidad y fuerza

- Objetivos:
 - Afianzar la fuerza.
 - Completar la estabilidad dinámica de la articulación.
 - Conseguir la mayor capacidad funcional.
 - Activación de todos los músculos implicados en la articulación.
 - Evolución neurocognitiva coordinada a la muscular.
 - Iniciación a ejercicios/deportes específicos.
- Indicaciones:
 - Etapas finales dependen de deporte/tarea.
 - Progresión personalizada.
- Tratamiento:
 - IM11-IM15 (Figura 7).
 - Fases finales ejercicio estrella.
 - Marcha con velocidad moderada en todas las direcciones.
 - Correr velocidad leve/moderada en cinta.
 - Sentadilla bipodal con/sin lastres ojos abiertos/cerrados
 - Sentadilla bipodal con/sin lastres miembro sano elevado ojos cerrados.
 - Sentadilla monopodal pierna afecta con/sin lastres en manos/cadera.

- Sentadilla monopodal pierna afecta con/sin lastres miembro sano elevado (figura 8).

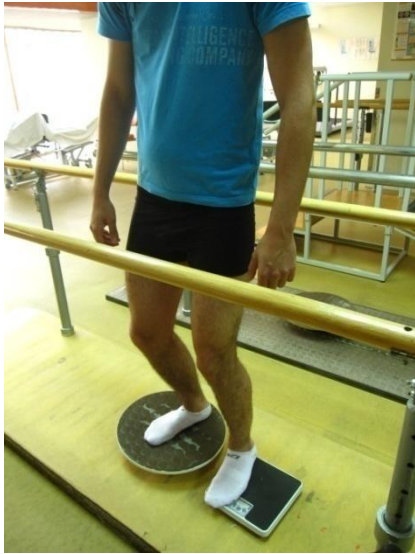


Figura 7.



Figura 8.

Etapla pliométrica y específica/deportiva

- Objetivos:
 - Alcanzar baremos semejantes al miembro sano.
 - Mejorar la capacidad explosiva y reflejos.

- Completar ejercicios de tarea/deporte específico.
- Indicaciones:
 - Los ejercicios diversos, depende de la profesión/deporte del paciente.
 - Posible utilización de personal especializado.
- Tratamiento:
 - Salto dos/una piernas leve/moderado/fuerte (Figura 9-10-11.).
 - Correr por diferentes terrenos.
 - Salto vertical /tijera.
 - Ejercicios de salida explosiva al inicio de carrera.
 - Ejercicios de parada y arranque explosivo en carrera.



Figuras 9-10-11.

4. Desarrollo.

4.1 Evolución y seguimiento

A continuación se exponen los resultados de las 5 valoraciones a través de sus respectivas tablas:

Restados test SF-36

	V1	V2	V3	V4	V5
Actividad física	50	50	75	75	100
Rol físico	10	50	50	75	100
Dolor corporal	66	85	75	50	25
Salud general	25	25	50	75	100
Vitalidad	50	50	75	75	100
Actividad social	50	50	75	75	100
Rol emocional	100	100	100	100	100
Salud mental	50	50	75	75	100

Resultados MMT:

	V1	V2	V3	V4	V5
MMT FF	3,5	4,5	5	5	5
MMT FE	3,5	3,5	4,5	5	5

(Figura 12)



Figura 12

Resultados edema:

	V1	V2	V3	V4	V5
PeriTotAfec	42,5	40,3	38,6	38,5	38,5
DifPp	4	1,8	0,1	0	0

(figura13)

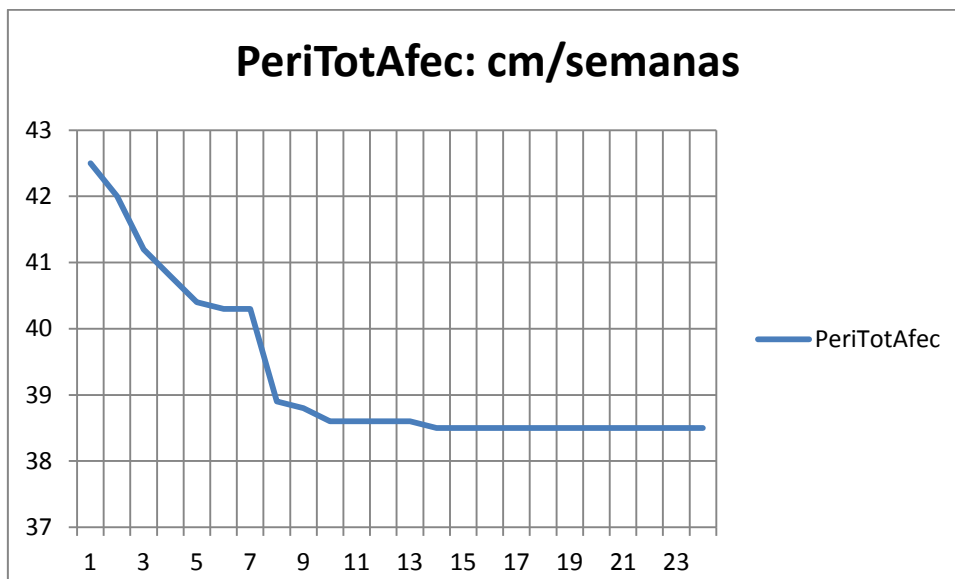
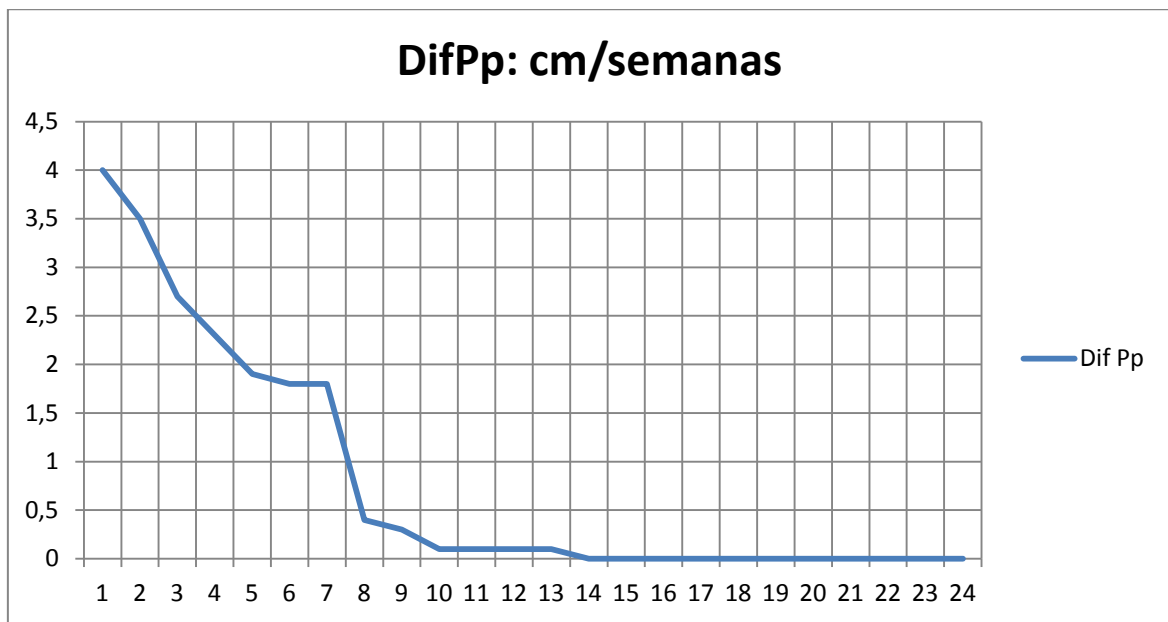


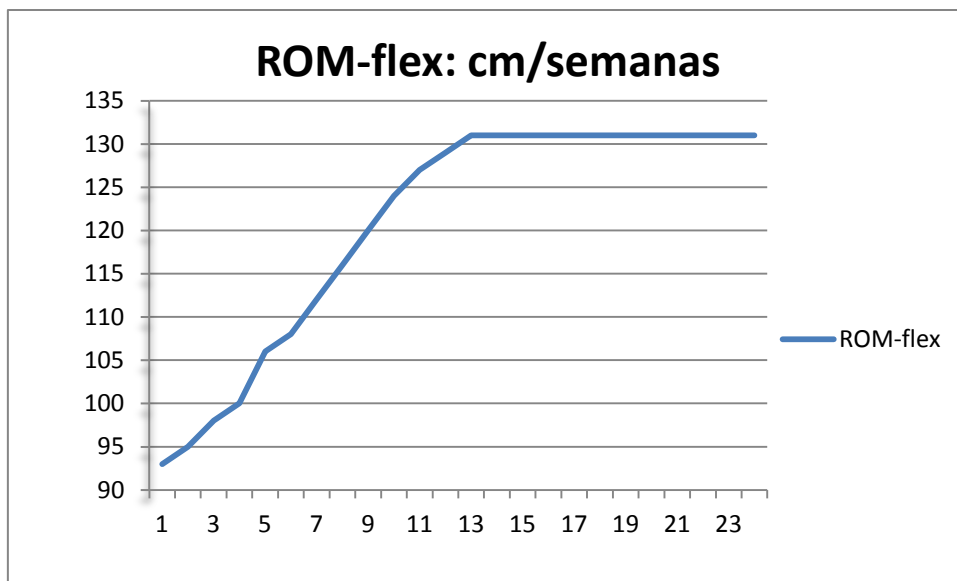


Figura 13.



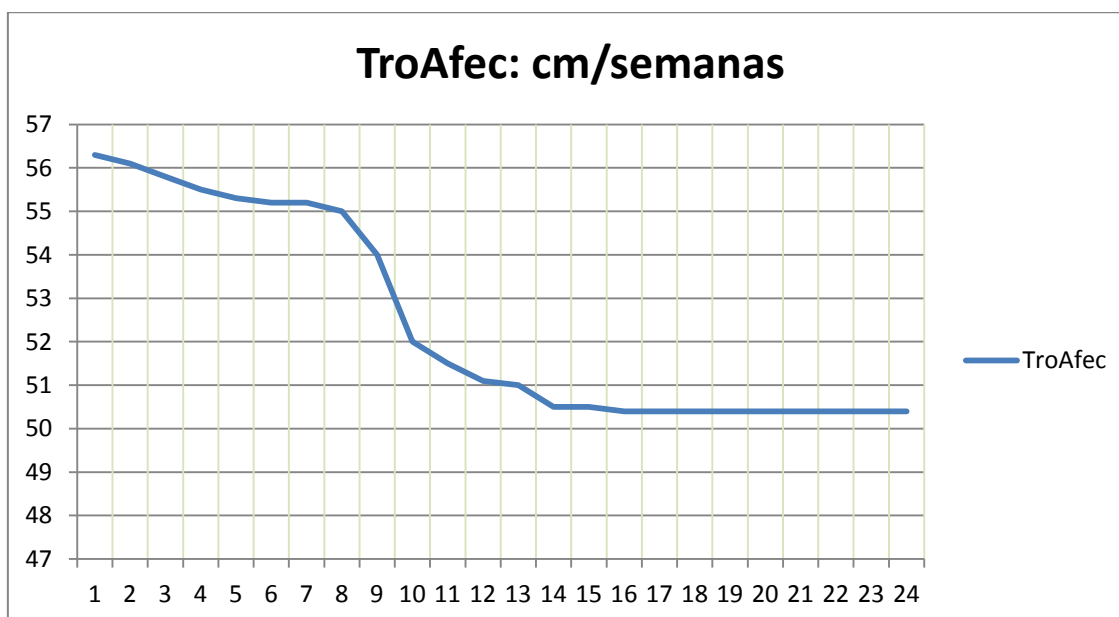
Resultados ROM:

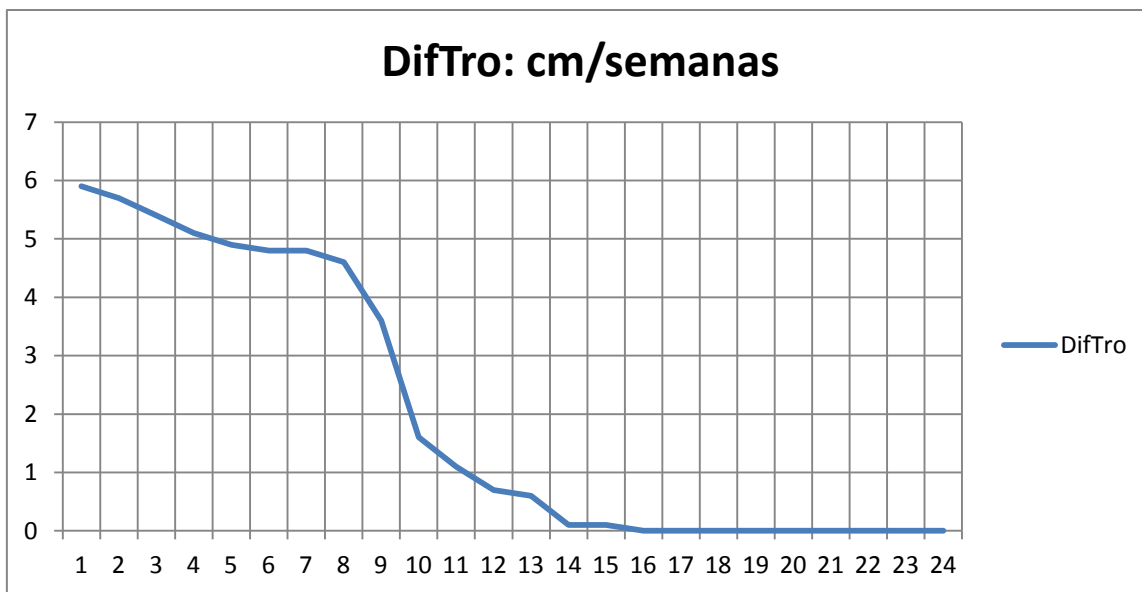
	V1	V2	V3	V4	V5
ROM-flex	93	112	131	131	131
ROM-ext	0	3	4	4	5



Resultados trofismo

	V1	V2	V3	V4	V5
TroAfec	56,3	55,2	51	50,4	50,4
DifTro	5,9	4,8	0,6	0	0





Resultados VAS.

	V1	V2	V3	V4	V5
VAS	8	7	4	3	1

Resultados CKRS.

	V1	V2	V3	V4	V5
marcha	30	30	40	40	40
Escaleras	0	20	20	30	40
sentadillas	0	20	20	20	30
Carrera recta	0	0	0	20	30
Salto y caída	0	0	0	0	20
Giro/pivote	0	0	0	20	20

Resultados JPS (en grados).

a) Intentos pierna no afecta

no	afecta	int1	int2	int3	dif 1	dif 2	dif 3	MEDIA
V2		49	51	53	1	1	3	1,6667
V3		49	50	53	1	0	3	1,3333
V4		52	49	51	2	1	1	1,3333
V5		50	48	51	0	2	1	1

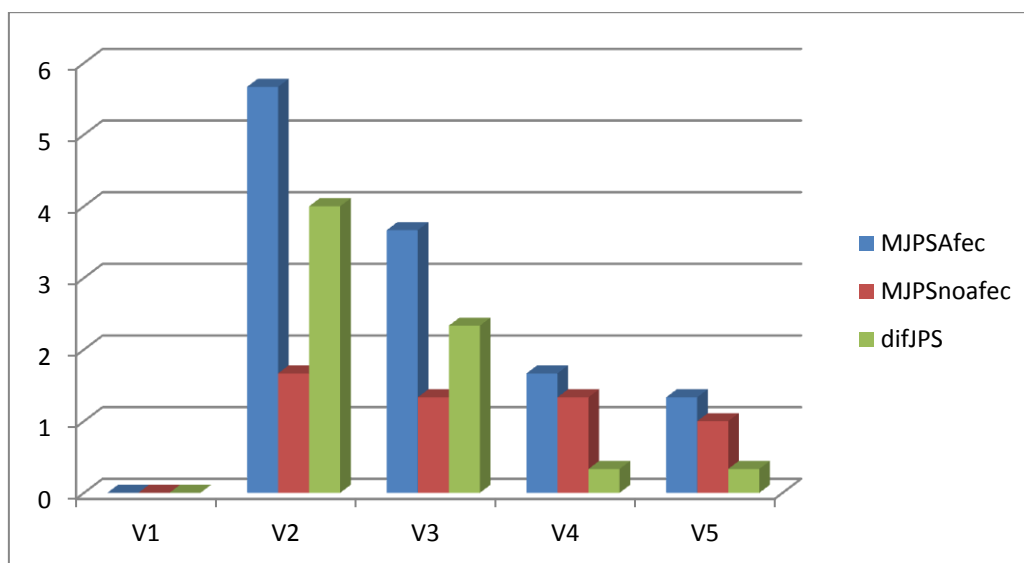
b) Intentos pierna afecta

AFECTA	int1	int2	int3	dif 1	dif 2	dif 3	MEDIA
V2	55	56	56	5	6	6	5,6667
V3	54	55	52	4	5	2	3,6667
V4	52	52	51	2	2	1	1,6667
V5	49	51	52	1	1	2	1,3333

Resultados generales:

	V1	V2	V3	V4	V5
MJPSAfec	-	5,6667	3,667	1,6667	1,3333
CualAfec	-	I	ii	Ii	ii
MJPSnoafec	-	1,6667	1,333	1,3333	1
CualnoAfec	-	Ii	ii	Ii	Iii
difJPS	-	4	2,333	0,3333	0,3333

Resultados JPS:



ROM-flex mejoró precozmente, alcanzando su rango máximo a finales de la segunda etapa de tratamiento (11 semanas), evolucionando durante las primeras semanas del mismo. (93°-131°)

El trofismo y edema alcanzaron valores normales en la segunda etapa, destacando sobre todo el periodo entre la 8ª y la 13ª. (1,8cm edema y 3,7cm trofismo muscular, en diferencia).

A pesar de los valores inicialmente elevados observados en MMT (3,5/5), se aprecia un incremento de fuerza muscular que coincide con la aplicación de los ejercicios de fuerza y neurocognición en la tercera fase de tratamiento.

En análisis del test de Cincinnati se estableció solo con los parámetros "marcha", "escaleras" y "sentadillas". El único que se pudo analizar desde el principio fue la "marcha" (30, "alguna limitación"), baremo que evoluciona a partir de la tercera etapa (30 a 40, "sin limitación"). La valoración de

“escaleras” y “sentadillas” comenzó a partir de V2. Ambos se mantuvieron limitados hasta la cuarta evaluación (V2, V3:20, “solo 11-30 pasos posibles”/ V2,V3: 20, “6-1 posibles respectivamente”). Solo las escaleras evolucionarían hasta estadios finales (V5:40, “normal sin limitación”).

Los resultados JPS muestran una mejora ambas rodillas. La más sustancial se observa entre V2-V3-V4 de la rodilla afecta, estacionándose en parámetros parecidos entre V4 y V5. Mejora, que también se observa en la rodilla sana. Estableciéndose en solo 0,3 la diferencia gradual entre ambas rodillas.

Además, los resultados tienden al error hacia la extensión (1/12 rodilla no afecta/ 4 /12 rodilla afecta). Solo se dieron valores flexores 5 veces, los cuales aparecieron una vez en cada valoración global en la pierna afecta y solo 1 vez y en V5 en la rodilla no afecta.

5.2 Limitaciones:

1. El paciente abandonó el tratamiento fisioterápico en la semana 23.
2. Se parte con una gran capacidad física y funcional. Pudiendo provocar una mejoría temprana del tratamiento.
3. Debido a la falta de recursos, fueron aplicadas medidas básicas (“ROM”, “MMT”...). Debe considerarse el posible error humano/instrumental en tales mediciones a diferencia de otras valoraciones/aplicaciones más avanzadas.
4. El instrumental protocolario (pesas, básculas, bicicleta estática...) no solo es diferente al aplicado en otras valoraciones (error instrumental).
5. No aplicación de primera etapa y la primera evaluación V0. Por lo tanto, se desconocen las medidas o instrucciones previas.

5.3 Discusión

Los ejercicios cognitivos de imagen motora, fueron aplicados de estudios realizados por Johansons⁴⁸. Las lesiones producidas por una estructura como LCA, producirían las alteraciones descritas y destacarían aquellas limitaciones de información propioceptiva de la periferia articular llevando al cerebro a variar la funcionabilidad de la articulación.

Kaas et al⁴⁹, demostraron que las lesiones periféricas alteran la información aferente que llega al cerebro. En consecuencia se consigue una alteración en las fases tempranas tras la patología reduciendo la excitabilidad neuronal. Esto conlleva a que las áreas propioceptivas cerebrales usuales se modifiquen y sean reemplazadas por otras proyecciones aferentes derivadas de otras áreas cerebrales, alterando el esquema cerebral propioceptivo derivando en una asimilación diferente por el cerebro. Actualmente, estas teorías han sido confirmadas por la observación de potenciales corticales sensoriales anormales producidas por roturas de ligamento cruzado anterior en las áreas encargadas de la asimilación sensorial³⁴.

Esta información aferente periférica alterada llega al córtex, minando la correcta recopilación de información para los patrones motores, produciendo patrones compensatorios que producen los fallos musculoesqueléticos (entre otros). Estas posibles alteraciones periféricas podrían ser una de las causas observadas en los valores iniciales obtenidos en los resultados JPS (V2: MJPSafec= 14,5,) y su relación entre miembros inferiores (V2: difJPS=9) y el test de Cincinnati (V2: 30/20/20 respectivamente).

La alteración periférica también se advierte en otras variantes como en el trabajo de Spencer et al⁵⁰, donde informa de alteraciones observables con el

término “educación”, informando sobre los efectos producidos por la alteración de los mecanorreceptores de los grupos musculares cercanos al LCA, determinando la atrofia y la alteración de los patrones motores. Estos datos coinciden con los datos propios y la progresión en los parámetros de trofismo, edema y fuerza muscular, inicialmente alterados.

Estudios como el de Spencer demostraron que las consecuencias patológicas como la presión articular produciría una alteración de los mecanorreceptores articulares aferentes, conduciendo a una inhibición de las motoneuronas del cuádriceps. Tal inhibición podría explicar la alteración motora en los movimientos de flexo-extensión.

Analizando parámetros propioceptivos, resultados en la prueba JPS de otros trabajos como el de Francisco Silva et al.⁵¹ muestran en sus resultados una mejora progresiva durante el tratamiento neurocognitivo. Estos resultados tienen una desviación extensora (fase inicial=5,98 +/- 2,65/ fase final=2,38+/-1,15). Coincidiendo con los resultados propios tanto en resultados graduales (fase inicial=5,66 +/-1,66; fase final=1,33 +/- 0,33) como en resultados de desviación flexo/extensora (ntotalflexión=5).

Parecería lógico concretar la mayor implicación del cuádriceps en cuanto al control propioceptivo, aunque otros trabajos argumentan que tal implicación propioceptiva se justifique por una temprana musculación cuadricipital, siendo el tono muscular, el principal factor en la propiocepción de la rodilla.

M.A Risberg et al.³⁴ comparó la aplicación de un tratamiento convencional de fuerza y otro neurocognitivo durante 6 meses (Figura 14). Sus resultados más importantes se dieron en la prueba de Cincinnati y en test VAS, mostrando una mejora de los parámetros neurocognitivos sobre los de fuerza. Mejora que se observa también en este trabajo.

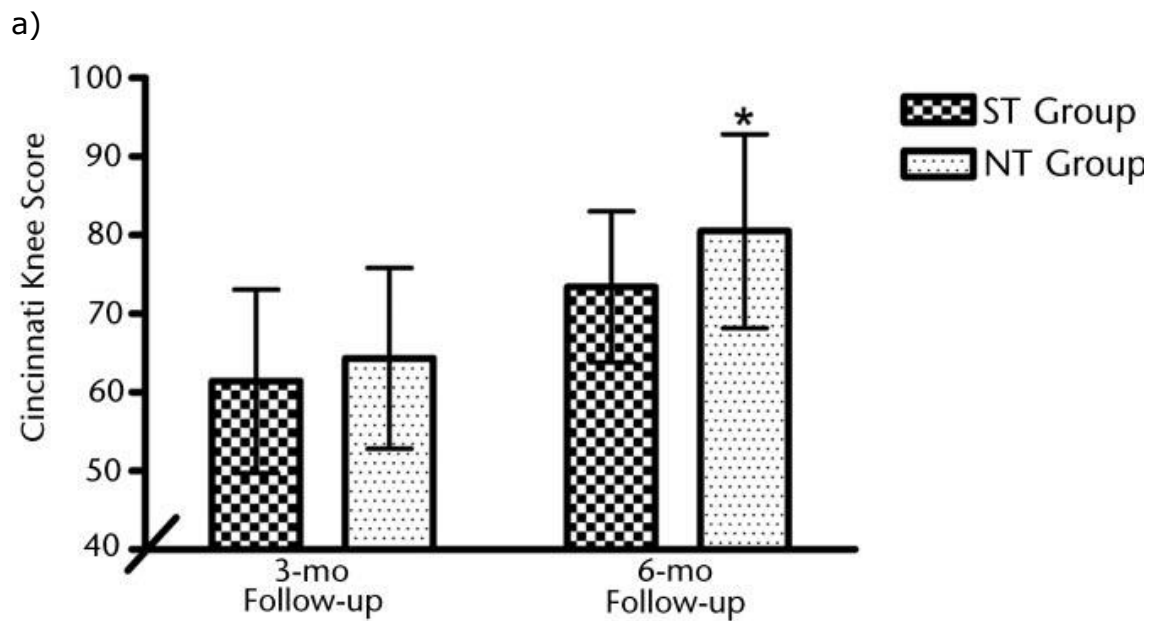


Figura 14.

Existe igualdad entre los resultados propios con ambos protocolos de MA Risberg et al, algo que en principio cabría no esperar tras la aplicación de ejercicios esencialmente de fuerza muscular en uno de los protocolos. Las causas más aceptadas parecen estar en relación con los ejercicios pliométricos o de salto aplicados en el protocolo NT como en el propio, que, en funcionabilidad muscular, se equiparan a los ejercicios propiamente de fuerza. La razón es que los ejercicios pliométricos, involucran una prestiramiento muscular y una activación en acortamiento para producir una contracción concéntrica en consecuencia, algo que se ha demostrado incrementar la fuerza muscular.

Adams et al, concluyó que la combinación de ejercicios pliométricos con ejercicios tradicionales de fuerza mejoraba sustancialmente la fuerza muscular en comparación con ejercicios puramente de fuerza ⁵².

Existe en contra, trabajos que argumentan la no eficacia de los tratamientos neurocognitivos en las fases iniciales o durante el tratamiento de los primeros meses ^{53,54}.

Destaca el de R.L. Cooper et al.³⁵ basado en sus resultados no muy dispares entre la aplicación de tratamientos convencionales y propioceptivos.

CKRS:

	Inicial		final (6meses)	
	Grupo N-C	Grupo Fuerza	Grupo N-C	Grupo Fuerza
Marcha	30	30	40	40
Escaleras	30	30	40	40
Arrodillarse/sentadilla	30	20	30	30

Argumentan una diferencia insuficiente entre los dos grupos para destacar un programa sobre otro. Defienden la aplicación de tratamientos de fuerza sobre los propioceptivos en fases iniciales, y la aplicación de neurocognitivos en fases finales⁵³. La comparación e incongruencia de resultados propios es apreciable solo en términos de tiempo de recuperación.

	V1	V2	V3	V4	V5
Marcha	30	30	40	40	40
Escaleras	0	20	20	30	40
Sentadillas	0	20	20	20	30
Carrera continua	0	0	0	20	30
Salto y caída	0	0	0	0	20

Giro/pivote	0	0	0	20	20
-------------	---	---	---	----	----

Todos los trabajos estudiados mostraban en condiciones normales una mejora sustancial en cuanto a la recuperación funcional de la rodilla, probablemente en consecuencia a una base de tratamientos parecidos y al conjunto de estos.

Lo que destaca del seguimiento propuesto es la precocidad de recuperación, justificada posiblemente tanto por el tratamiento como por otras causas, como por el buen estado inicial del paciente. Tal variabilidad de resultados es justificada en otros estudios por el estado inicial, la edad y el sexo ^{23,24}
31.32.33

5. Conclusiones:

1. Los tratamientos rehabilitadores neurocognitivos podrían tener mejores resultados en comparación con otros tratamientos.
2. El equilibrio muscular dentro del desarrollo del protocolo rehabilitador es esencial para la correcta recuperación.
3. Los ejercicios pliométricos son básicos en cualquier tipo de protocolo rehabilitador, siendo estos ejercicios, el nexo de unión entre los neurocognitivos y los de fuerza.
4. Es necesario tener la suficiente información para decidir qué tipo de tratamiento rehabilitador se aplicará, pues las capacidades de los pacientes son diferentes y por lo tanto su progresión y tipo de tratamiento también lo debe ser.
5. La mayoría de los tratamientos suelen ser válidos debido a una base común dentro de los ellos.

6. La coordinación entre los tratamientos (destacando el tratamiento neurocognitivo) podría ser la opción más efectiva a la hora de rehabilitar una rotura de LCA.
7. Existe una recuperación casi total de la patología sufrida aunque no se pueda justificar puramente por el tratamiento aplicado.
8. Una mayor documentación y soporte científico debe ser realizado en el futuro.

6. Bibliografía

1. Sanchis V, Gomar F. Anatomía Descriptiva Y Funcional Del Ligamento Cruzado Anterior. Implicaciones Clínico-Quirúrgicas. RevEspCirOsteoart1992 ,Feb [Citado 6 De Ene. De 2014]; 27: Pp 33-42. Disponible Desde: [Http://Www.Cirugia-Osteoarticular.Org/Adaptingsystem/Intercambio/Revistas/Articulos/1820_33.Pdf](http://www.Cirugia-Osteoarticular.Org/Adaptingsystem/Intercambio/Revistas/Articulos/1820_33.Pdf)
2. Forriol F , Maestro A , Vaquero Martín J. El Ligamento Cruzado Anterior: Morfología Y Función. Mapfre.[Internet].2008. [Citado 6 De Ene. De 2014]; Volumen 19:7-18. Disponible En: [Http://Www.Mapfre.Com/Fundacion/Html/Revistas/Trauma/V19s1/Pdf/02_01.Pdf](http://www.Mapfre.Com/Fundacion/Html/Revistas/Trauma/V19s1/Pdf/02_01.Pdf)
3. A. Mascaró. Aplicación De La Propiocepción A Las Lesiones De L.C.A. Cmedica.[Internet]; 2001.[Citado 6 De Ene. De 2014]; Volumen 10 :Pp 1-9. Disponible Desde: [Http://Cmedica.Coe.Es/Web/Eventoshome.Nsf/B8c1dabf8b650783c1256d560051ba4f/99dda660a1319f81c125736f004d119e/\\$File/10.Pdf](http://Cmedica.Coe.Es/Web/Eventoshome.Nsf/B8c1dabf8b650783c1256d560051ba4f/99dda660a1319f81c125736f004d119e/$File/10.Pdf)
4. Hurley F, David L, Joanne R, Di J. Sensorimotor Changes And Functional Performance In Patients With Knee Osteoarthritis.Eurnal.[Internet]; 1997.[Citado 6 De Ene. De 2014]; Volumen 56:Pp. Disponible Desde: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pmc/Articles/Pmc1752287/](http://www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pmc/Articles/Pmc1752287/)

5. M. Solomonow R. Baratta B.H. Zhou H. Shoji. The Synergistic Action Of The Anterior Cruciate Ligament And Thigh Muscles In Maintaining Joint Stability. *Tajom* [Internet]; 1987. [Citado 6 De Ene. De 2014]; Volume 15: Pp. 207-13 Disponible Desde: http://www.researchgate.net/publication/19542802_The_Synergistic_Action_Of_The_Anterior_Cruciate_Ligament_And_Thigh_Muscles_In_Maintaining_Joint_Stability
6. Hogervost T. Current Concepts Review. Mechanoreceptors In Joint Function. *Jbjs*. [Internet] 1998. [Citado El 2 De Feb 2014]. 1023. Pp. 23-54. Disponible En: <http://jbjs.org/article.aspx?articleid=24135>
7. Jennifer S. Paul C. Anatomical Substrates For Functional Columns In Macaque Monkey Primary Visual Cortex. *Oxford Journals*. 1998. [Citado El 3 De Mar 2014]. [Internet]. 13. Pp 15-24. Disponible En: <http://cercor.oxfordjournals.org/content/13/1/15.full>
8. Kalaska Jf, Cohen Da, Prud'Homme M, Hyde Ml. Parietal Area 5 Neuronal Activity Encodes Movement Kinematics, Not Movement Dynamics. *Exp Brain Res*. [Internet] 1990 [Citado El 2 De Feb 2014]; 80(2):351-64. Disponible En: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2113482>
9. Duffy A. Buchfield E. The Activity For The Neurons In Área 5 1971; The First Coherent View Of The Function Of Área 5 With The Behaviour Role. *Behavioral And Brain Functions* [Internet] 2005 [Citado El 2 De Feb De 2014] , 1:1 10.1186/1744-9081-1-1. Disponible En: <http://www.behavioralandbrainfunctions.com/content/1/1/1>
10. M Vaeriani, D Restuccia, V. Di Lazzaro, F Franceschi, C. Fabbriciani And P. Tonali. Central Nervous System Modifications In Patients With Lesions Of The Anterior Cruciate Ligament Of The Knee. *Brain* [Internet] (1996) [Citado El 7 De Mar 2014], 119, 1751-1762: Disponible En: <http://brain.oxfordjournals.org/content/119/5/1751.long>
11. Batista D, Buneo S, Andersen A. La Actividad Tanto En La Superficie Como En Surco Intraparietal Durante Los Movimientos De Alcance. *Isnn* [Internet] 1999 [Citado El 4 De Abr 2014] 12, 2. Pp 1665-2438.

- Disponible En: [Http://Www.Scielo.Org.Mx/SciELO.Php?Pid=S1665-24362009000200004&Script=Sci_Arttext](http://Www.Scielo.Org.Mx/SciELO.Php?Pid=S1665-24362009000200004&Script=Sci_Arttext)
12. Ingersoll Cd, Grindstaff Tl, PietrosimoneBg, Hart Jm. Neuromuscular Consequences Of Anterior Cruciate Ligament Injury. ClinSportsMed [Internet] 2008 [Citado El 3 Mar 2014]; 27:383-404. Disponible En: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/12086815](http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/12086815)
 13. Barrack Rl, Skinner Hb, Buckley Sl. Proprioception In The Anterior Cruciate Deficient Knee. Am J SportsMed[Internet] 1989 [Citado El 2 De Feb 2014];17(1):1-6 Disponible En: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/8947399](http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/8947399)
 14. Beard Dj, KyberdPj, O'connorJj, Fergusson Cm, Dodd Ca Reflex Hamstring Contraction Latency In Anterior Cruciate Ligament Deficiency. J Orthop Res [Internet] 1994 [Citado En 2 De Feb 2014];12(2):219-28. Disponible En : [Http://Deepblue.Lib.Umich.Edu/Bitstream/Handle/2027.42/67408/10.1177_036354659402200116.Pdf?Sequence=2](http://Deepblue.Lib.Umich.Edu/Bitstream/Handle/2027.42/67408/10.1177_036354659402200116.Pdf?Sequence=2)
 15. Bouisset S, Zattara M. Biomechanical Study Of The Programming Of Anticipatory Postural Adjustments Associated With Voluntary Movement. Biomech [Internet] 1987 [Citado El 2 De Feb 2014];20(8):735-4. Disponible En: [Http://Www.Sciencedirect.Com/Science/Article/Pii/0021929087900522](http://Www.Sciencedirect.Com/Science/Article/Pii/0021929087900522)
 16. Fischer-Rasmussen T, Jensen Pe. Proprioceptive Sensitivity Andperformance In Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knee Joints.Scand J Med Sci Sports[Internet] 2000 [Citado El 2 De Feb De 2014];10(2):85-9.Disponible En: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/10755278](http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/10755278)
 17. Gauffin H, Pettersson G, Tegner Y, Tropp H. Function Testing In Patients With Old Rupture Of The Anterior Cruciate Ligament. Int J Sports Med [Internet] 1990 [Citado El 2 De Feb 2014];11(1):73-7. Disponible En: [Http://Www.Researchgate.Net/Publication/20836654_Function_Testing_In_Patients_With_Old_Rupture_Of_The_Anterior_Cruciate_Ligament](http://Www.Researchgate.Net/Publication/20836654_Function_Testing_In_Patients_With_Old_Rupture_Of_The_Anterior_Cruciate_Ligament)

18. Robinson G, Kevin. H. The Effect Of Physiotherapy On Standing Balance In Chronic Anterior Cruciate Ligament Insufficiency. *Am J Sports Med* [Internet] 1994 [Citado El 2 De Feb 2014];22(4):531–6. Disponible En: [Http://Connection.Ebscohost.Com/C/Abstracts/9503310816/Effect-Physiotherapy-Standing-Balance-Chronic-Anterior-Cruciate-Ligament-Insufficiency](http://Connection.Ebscohost.Com/C/Abstracts/9503310816/Effect-Physiotherapy-Standing-Balance-Chronic-Anterior-Cruciate-Ligament-Insufficiency)
19. Zatterstrom R, Friden T, Lindstrand A, Moritz U. The Effect Of Physiotherapy On Standing Balance In Chronic Anterior Cruciate Ligament Insufficiency. *Am J Sports Med* [Internet] 1994 [Citado El 2 De Feb 2014];22(4):531–6; Disponible En: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/7943520](http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/7943520)
20. Hoffman M, Schrader J, Kojecic D. An Investigation Of Postural Control In Postoperative Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients. *J Athl Train* [Internet] 1999 [Citado El 2 De Feb 2014];34(2):130–6. Disponible En: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pmc/Articles/Pmc1322901/](http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pmc/Articles/Pmc1322901/)
21. Ernst Gp, Saliba E, Diduch Dr, Hurwitz Sr, Ball Dw. Lower Extremity Compensations Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Phys Ther* [Internet] 2000 [Citado El 2 De Feb 2014];80(3):251–60. Disponible En: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/10696152](http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/10696152)
22. Timmke. The Clinical And Cost-Effectiveness Of Two Different Programs For Rehabilitation Following Acl Reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet] 1997 [Citado El 2 De Feb 2014];25(1):43–8. Disponible En: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/8979175](http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/8979175)
23. Elmqvist Lg, Lorentzon R, Johansson C, Fugl-Meyer Ar. Does A Torn Anterior Cruciate Ligament Lead To Change In The Central Nervous Drive Of The Knee Extensors? *Eur J Appl Physiol* [Internet] 1988 [Citado El 2 De Feb 2014];58(1/2):203. Disponible En: [Http://Link.Springer.Com/Article/10.1007%2fbf00636627#Page-1](http://Link.Springer.Com/Article/10.1007%2fbf00636627#Page-1)
24. Lorentzon R, Elmqvist Lg, Sjöström M, Fagerlund M, Fugl-Meyer Ar. Thigh Musculature In Relation To Chronic Anterior Cruciate Ligament Tear: Muscle Size, Morphology, And Mechanical Output Before Reconstruction. *Am J Sports Med* [Internet] 1989 [Citado El 1 De Feb

- 2014];17(3):423-9. Disponible En: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/2729494](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2729494)
25. Risberg Ma, Ekeland A. Assessment Of Functional Tests After Anterior Cruciate Ligament Surgery. J Orthop Sports PhysTher [Internet] 1994 [Citado El 2 De Feb 2014];19(4):212-7. Disponible En: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/8173569](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8173569)
26. Carter NdJenkinson Tre, Wilson D, Jones Dw, Orode As. Joint Position Sense And Rehabilitation In The Anterior Cruciate Ligament Deficient Knee. Br. J SportsMed [Internet] 1997 [Citado El 2 De Feb 2014], 31 (3) 209-12. Disponible En: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pmc/Articles/Pmc1332521/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc1332521/)
27. Fitzgerald Gk, Axe Mj, Snyder-Mackler L. The Efficacy Of Perturbation Training In Nonoperative Anterior Cruciate Ligament Rehabilitation Programs For Physical Active Individuals. Phys [Internet] 2000;80(2): 128-40. Disponible En: [Http://Www.Cber.Udel.Edu/Oldsite/Acl%20jcpapers/Fitzgerald%20efficperturbtrainingacl%20pt2000.Pdf](http://www.cber.udel.edu/oldsite/acl%20jcpapers/Fitzgerald%20efficperturbtrainingacl%20pt2000.pdf)
28. Friden T Zattersrom R, Lindstrand A, Moritz U. Anterior Cruciate Insufficient Knees Treated With Physiotherapy. A Three Year Follow-Up Study Of Patients With Late Diagnosis. ClinOrthop [Internet] 1991 [Citado El 2 De Feb De 2014];263: 190-9. Disponible En: [Http://Journals.Lww.Com/Corr/Abstract/1991/02000/Anterior_Cruciate_Insufficient_Knees_Treated_With.23.aspx](http://journals.lww.com/corr/abstract/1991/02000/Anterior_Cruciate_Insufficient_Knees_Treated_With.23.aspx)
29. TimmKe. The Clinical And Cost-Effectiveness Of Two Different Programs For Rehabilitation Following Acl Reconstruction. J Orthop Sports PhysTher [Internet] 1997 [Citado El 2 De Feb De 2014];25(1):43-8. Disponible En: [Http://Journals.Lww.Com/Corr/Abstract/1991/02000/Anterior_Cruciate_Insufficient_Knees_Treated_With.23.aspx](http://journals.lww.com/corr/abstract/1991/02000/Anterior_Cruciate_Insufficient_Knees_Treated_With.23.aspx)
30. WojtysEm, Huston Lj. Neuromuscular Performance In Normal And Anterior Cruciate Ligament-Deficient Lower Extremities. Am J SportsMed [Internet] 1994 [Citado El 2 De Feb De 2014]; 22(1):89-104. Disponible En: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/8979175](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8979175)
31. Ernst Gp, Saliba E, DiduchDr, Hurwitz Sr, Ball Dw. Lower Extremity Compensations Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.

- PhysTher [Internet]2000 [Citado El 2 De Feb 2014];80(3):251–60.
Disponible En: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/10696152](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10696152)
- 32.Di Fabio Rp, Graf B, Badke Mb, Breunig A, Jensen K. Effect Of Knee Joint Laxity On Long-Loop Postural Reflexes: Evidence For A Human Capsular-Hamstring Reflex. ExpBrain Res [Internet] 1992 [Citado El 2 De Feb 2014];90(1):189–200. Disponible En: [Http://Ptjournal.Net/Content/80/3/251/F4.Expansion](http://ptjournal.net/content/80/3/251/f4.expansion).
- 33.Fitzgerald Gk, PivaSr, IrrgangJj. A Modified Neuromuscular Electrical Stimulation Protocol For Quadriceps Strength Training Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. J Orthop Sports PhysTher [Internet]. 2003 [Citado El 2 De Feb De 2014]; 33(9):492–501. [Pubmed: 14524508]
- 34.Risberg M., Inger H., Grethe M., Lars E. Neuromuscular Training Versus Strength Training During First 6 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Clinical Trial. PhysicalTherapy. [Internet]. 2007 [Citado El 2 Abril De 2014]. 87. Pp 1-38. Disponible En: [Http://Www.Aktiv-Rehab.No/Ktml_Files/Docs/Risbergetal_2007_Neuromusculartraining .Pdf](http://www.aktiv-rehab.no/ktml_files/docs/risbergetal_2007_neuromusculartraining.pdf)
- 35.L. Cooper N. F. Taylor J. A. Feller. A Randomised Controlled Trial Of Proprioceptive And Balance Training After Surgical Reconstruction Of The Anterior Cruciate Ligament. Res SportsMed. [Internet] 2005. [Citado El 3 De Feb De 2014]. 13(3):217-30. Disponible En: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/16392537](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16392537)
- 36.David J Beard, Christopher A F Dodd, Heidi R Trundle, A Amish, R.W. Simpson Proprioception Enhancement For Anterior Cruciate Ligament Deficiency A Prospective Randomized Trial Of Two Physiotherapy Regimes. J Bone Joint Surg Br. [Internet]1994 Jul;76(4):654-9. [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/8027158](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8027158)
- 37.Neuromuscular Training Versus Strength Training Trial Ligament Reconstruction: A Randomized Clinical During First 6 Months After Anterior Cruciate Originally Published Online. Arna Risberg, Inger Holm, GretheMyklebustAnd Lars Engebretsen. April 18, 2007 PhysTher [Internet]. 2007 [Citado 3 De Marz De 2014]; 87:737-750. Disponible En:

38. Michale S.A Graziano And Matthew M Botvinich How The Brain Represents The Body: Insights From Neurophysiology And Psychology. Med. [Internet]. 1998. [Citado El 2 De Abr 2014]. Disponible En: https://www.princeton.edu/~graziano/papers/Attn_Perf19.Pdf
39. T. Fischer-Rasmussen, P. E. Jensen. Proprioceptive Sensitivity And Performance In Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knee Joints. Scand J MedSciSports.[Internet] 2000 [Citado El 2 De Feb 2014]. 10(2):85-9.. Disponible En: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10755278>
40. G. Angoules. Anterior Cruciate Ligament Mechanoreceptors Regeneration Following Reconstruction Using Autografts. Journal Of Sport Medicine. [Internet]. 2008 [Citado El 2 De Feb De 2014]. Disponible En: <http://omicsonline.org/anterior-cruciate-ligament-mechanoreceptors-regeneration-following-reconstruction-using-autografts-2161-0673.1000e136.php?aid=18808>
41. Fischer, V. Neuromuscular Training To Target Deficits Associated With Second Anterior Cruciate Ligament Injury . Josph. [Internet]. 2002 [Citado El 2 De Feb De 2014] Disponible En: <http://www.josph.org/doi/pdf/10.2519/josph.2013.4693>
42. David R, Gert A, Thomas F. Knee Joint Proprioception In Acl-Deficient Knees Is Related To Cartilage Injury, Laxity And Age A Retrospective Study. EuropePubmed. [Internet]. 2004 [Citado El 2 De Feb De 2014]. 75(1):78-83. Disponible En: <http://europepmc.org/abstract/med/15022813>
43. Sheep Z. Halata,* C. Wagner, And K.I. Baumann .Sensory Nerve Endings In The Anterior Cruciate Ligament (Lig. CruciatumAnterius) Josph. [Internet]. 12/1998; 254(1):13 - 21. Disponible En: [http://www.researchgate.net/publication/227927136_Sensory_Nerve_Endings_In_The_Anterior_Cruciate_Ligament_\(Lig._Cruciatum_Anterius\)_Of_Sheep](http://www.researchgate.net/publication/227927136_Sensory_Nerve_Endings_In_The_Anterior_Cruciate_Ligament_(Lig._Cruciatum_Anterius)_Of_Sheep)
44. Stephanie L. Di Stasi . The Effects Of Neuromuscular Training On The Gait Patterns Of Acl-Deficient Men And Women. ScienceDirect. [Internet]. Volume 27, Issue 4, May 2012 [Citado El 5 De Abril De 2014], Pages 360–365: Disponible

En:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268003311002762>

45. Grzegorz L, Elżbieta L, Mariusz W, Jacek A, Cezary K. The Effectiveness Of Rehabilitation Procedure After The Reconstruction Of The Anterior Cruciate Ligament According To The Norwegian Protocol. Elsevier. [Internet]. 2011 [Citado El 2 De Feb De 2014]. 18. Pp 82-95. Disponible En: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1230801311700261>
46. Capellino, T Paolucci, F Zangrando, M Iosa, E Adriani, P Mancini, A Bellellim Vm Saraceni. Neurocognitive Rehabilitative Approach Effectiveness After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Patellar Tendon A Randomized Controlled Trial. Eur J Phys Rehabil Med. [Internet] 2012 [Citado El 2 De Mar 2014] Mar;48(1):17-30. Disponible En: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22543555>
47. Risberg M, Mork M. Design And Implementation Of A Neuromuscular Training Program Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Journal Of Orthopaedic & Sports Physical Therapy [Internet] 2001 [Citado El 2 De Feb 2014];31 (1):620-631. Disponible En: http://www.aktiv-rehab.no/Ktml_Files/Docs/November2001-Cc-Risberg.Pdf
48. Johansson J. The Joint Afferents Would Provide The Task Of Advances On Future Course For Action Acting On Gamma Neurons At Control Different Muscles. Jomapt. 2000. [Citado 20 Abr 2014]. 23. Pp 564-573.
49. Kaas. M.M. Merzenich. Hp Killackey. The Reorganization Of Somatosensory Cortex Following Peripheral Nerve Damage In Adult And Developing Mammals. Neuroscience. [Internet]. 1983 [Citado El 3 De Abr. 2014]. Pp 325-356. Disponible En: <http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.ne.06.030183.001545>
50. Spencer J Hayes K, Alexander. Knee Joint Effusion And Quadriceps Reflex Inhibition In Man. Arch Phys Med. Rehab [Internet] 1984 [Citado El 22 De Feb 2014];65:171-7. Disponible En:

[Http://Www.Boneandjoint.Org.Uk/Highwire/Filestream/13872/Field_Highwire_Article_Pdf/0/635.Full-Text.Pdf](http://www.boneandjoint.org.uk/highwire/filestream/13872/field_highwire_article_pdf/0/635.full-text.pdf)

51. Francisco Silva. Ribeiro.F, Oliveira, J.EffectOf An Accelerated Acl Rehabilitation Protocol On Knee Proprioception And Muscle Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Achievements OfExercise Science. Internet].2012 [Citado El 2 De Abr De 2014]. 3. Pp 1-13. Disponible En: [Http://Ciafel.Fade.Up.Pt/Aehd/Index.Php/Aehd/Article/View/113](http://ciafel.fade.up.pt/aeht/index.php/aeht/article/view/113)
- 52.Adams K, O`Sea Kl, Climstein M. The Effect Of Six Weeks Of Squat Plyometric And Squat .Plyometric Training On Power Production. J Strength Cond Res [Internet].1992:636-41. Disponible En: [Http://Www.Jssm.Org/Vol5/N3/12/V5n3-12pdf.Pdf](http://www.jssm.org/Vol5/N3/12/V5n3-12pdf.pdf)
- 53.Liu-Ambrose T, Taunton Je, Macintyre D, Mcconkey P, Khan Km. The Effects Of Proprioceptive Or Strength Training On The Neuromuscular Function Of The Acl Reconstructed Knee: A Randomized Clinical Trial. Scand J Med Sci Sports Internet]. 2003 [Citado El 2 De Feb 2013] Apr;13(2):115-23: Disponible En: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/12641643](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12641643)
- 54.Richard B,Vickers Aj¹, Altman Dg. Statistics Notes: Analysing Controlled Trials With Baseline And Follow Up Measurements In The Acl Treatment. Bmj [Internet] 2013 [Citado 2 De Feb De 2014]. 23. Pp 123-134. Disponible En: [Http://Www.Bmj.Com/Content/346/Bmj.F232](http://www.bmj.com/content/346/bmj.f232)
- 55.Andrew C; Victoria C; Ross R; Jeffrey B; Geoffrey St. Extensor Strength In The Anterior Cruciate Reconstructed Knee. Ann Phys Rehabil Med. [Internet] 2014 [Citado El 3 De Abr. 2014] Feb;57(1):55-65. Disponible En: [Http://Www.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Pubmed/24364987](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24364987)
- 56.Gemma V. RebollocP ,Permanyer-Miraldad T/ Quintanae M / Santeda R / El Cuestionario De Salud Sf-36 Español: Una Década De Experiencia Y Nuevos Desarrollos. Gaceta Sanitaria. 2005 [Citado El 5 De Abr. 2014]. Disponible En: [Http://Scielo.Isciii.Es/Scielo.Php?Pid=S0213-91112005000200007&Script=Sci_Arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0213-91112005000200007&script=sci_arttext)

57. Barber Eestin, Noyes B, Mccloskey Functional Assessment In The Cincinnati Knee Rating System. Rgm. Disponible En: [Http://Www.Drrmarx.Com/Pdf/The-Adult-Knee.Pdf](http://www.Drrmarx.Com/Pdf/The-Adult-Knee.Pdf)
58. Kapandji AI. Fisiología articular 5ª edición. Miembro inferior. Ed Médica Panamericana. Madrid. (2001):76-156.
59. Sachsw, Daniels T, Stone E, Garfein, The Prone Hang Test. Jsm.1989 [Citado El 2 De Feb De 2014]. Disponible En: [Https://Publications.Ki.Se/Xmloi/Bitstream/Handle/10616/39305/Thesis.Pdf?Sequence=1](https://Publications.Ki.Se/Xmloi/Bitstream/Handle/10616/39305/Thesis.Pdf?Sequence=1)
60. Nicola Crichton Gould R, Journal Of Clinical Nursing, D. Visual Analogue Scale Vas. Jsm 2009. 10. 697-706.
61. Levine Jw, Kiapour Am, Quatman Ce, Et Al. Clinically Relevant Injury Patterns After An Anterior Cruciate Ligament Injury Provide Insight Into Injury Mechanisms, The American Journal Of Sport Medicine. [Internet] 2013 [Citado El 2 De Feb De 2014]; 41: 385-395. Disponible En: [Http://Connects.Catalyst.Harvard.Edu/Profiles/Display/2643367](http://Connects.Catalyst.Harvard.Edu/Profiles/Display/2643367)

ANEXO 1 abreviaturas

- SNC: sistema nervioso central.
- LCA: ligamento cruzado anterior.
- LCP: ligamento cruzado posterior.
- CKRS: Cincinnati knee rating system. Sistema de Cincinnati de medición de rodilla.
- SF-36: Cuestionario de 36 items de salud española
- VAS: escala analógica visual. Visual analogicsystem.
- MMT: test de fuerza manual. Manual muscle test.
- Cm/semanas: centímetros alcanzados en la semana correspondiente.
- ROM: test de amplitud articular. Range of motion
- JPS: test de sensibilidad posicional articular. Joint position sense.
- MMT FF: fuerza flexora.

- MMT FE: fuerza extensora.
- PeriTotAfec: perímetro total de la pierna afecta (cm).
- DifPp: diferencia de perímetros de las piernas.
- ROM-flex: rango de movimiento flexor.
- ROM-Ext: rango de movimiento extensor.
- TroAfec: trofismo en pierna afectada.
- DifTro: diferencia de trofismo entre ambas piernas
- Ntotal: número de veces totales.
- Int: intento.
- Dif: diferencia.
- V1: primera valoración.
- V2: segunda valoración.
- V3: tercera valoración.
- V4: cuarta valoración.
- V5: quinta valoración.
- LLE: ligamento lateral externo.
- CCA: cadena cinética abierta.
- IM: imagen motora.

ANEXO 2 anatomía y función

Anatomía:

El ligamento cruzado anterior es un ligamento intraarticular que se inserta distalmente en el área preespinal de la cara superior de la extremidad proximal de la tibia, y se dirige oblicuamente hacia arriba, atrás y afuera para terminar, proximalmente, en la porción posterior de la superficie interna del cóndilo femoral externo, en una fosa elíptica con muchos orificios vasculares.

Las inserciones del ligamento suelen ser circundantes y ovales y las áreas de inserción femorales para las fibras antero-mediales y postero-laterales son mayores en el hombre que en la mujer, y en las rodillas izquierdas que en las derechas.

Tiene una diferente inclinación respecto al LCP, siendo, con la rodilla en extensión, más vertical; es oblicuo respecto a este ligamento y al LLE. Presenta una estructura multifibrilar con diferentes fascículos que mantienen tensiones distintas según el grado de flexión de la articulación. Sus fibras de colágeno absorben las sollicitaciones de tensión durante el arco de movimiento de la rodilla.

En los últimos años, se ha indicado que el LCA está formado por dos fascículos funcionalmente diferentes, el fascículo ántero-medial, estabilizador del cajón anterior de rodilla cuando ésta se encuentra en flexión entre 0º y 90º, y el fascículo póstero-lateral, el cual se tensa en extensión de rodilla y controla la restricción de la rotación interna (terminología en función de su inserción tibial).

Otros autores en cambio contemplan la existencia de un tercer fascículo intermedio que complementa a los otros dos, y que estaría activo en un amplio rango de flexo-extensión.

El fascículo ántero-medial es el más largo y el que se ve expuesto a la mayor parte de los traumatismos. En cambio, el póstero-externo, y según autores, el intermedio, son los que permiten cierta estabilidad de rodilla en las roturas parciales, resistiendo a ellas.

Su longitud media varía dependiendo del autor, comprendiendo valores entre 1,85 y 3,35 cm, o entre 22 y 41 mm de largo y entre 7 y 12 mm de ancho.

De su irrigación se encargan las arterias que proceden de la arteria genicular media, que envía una sola rama al LCA. Su inserción está libre de vasos, nutriéndose de los vasos sinoviales que se anastomosan con los vasos del periostio.

Ambos ligamentos cruzados están recubiertos por la membrana sinovial y establecen relaciones con la cápsula.

Función mecánica:

El LCA es el responsable, durante la flexión, del deslizamiento del cóndilo hacia delante mientras que durante la extensión, el LCP se encarga del deslizamiento del cóndilo hacia atrás, impidiendo tanto la rotación axial interna como la externa, con la rodilla en extensión. El LCA se tensa durante el movimiento de flexo-extensión de la articulación de la rodilla y actúa como una estructura que limita la hiperextensión de la rodilla y previene el deslizamiento hacia atrás del fémur sobre el platillo tibial. Además, evita la rotación axial excesiva de la tibia sobre el fémur y mantiene la estabilidad en valgo-varo.

Durante la contracción isométrica del cuádriceps femoral entre 15° y 30° de flexión, la deformación del ligamento es mucho mayor que cuando la rodilla está flexa entre 60° y 90°.

Cuando la rodilla está en extensión las fibras de los dos fascículos están paralelas y tensas, pero el fascículo pósterio-lateral está más tenso que el ántero-medial; esta tensión permanece alta hasta los 45° de flexión. Cuando la rodilla está en flexión de 90° las fibras pósterio-laterales se encuentran más relajadas pero las ántero-mediales están en máxima tensión.

Existen numerosos artículos con discrepancias acerca de la tensión de la plastia en relación al rango de movimiento de la rodilla, pero, de manera general, se puede afirmar que el fascículo ántero-medial se tensa durante la flexión, y el pósterio-lateral se relaja, mientras que en la extensión ocurre lo contrario.

ANEXO 3: aplicación y teoría valorativa

Cuestionario de 36 ítems de salud española

- Informa y cualifica de forma subjetiva la salud del paciente con la utilización de 36 ítems.
- Estas respuestas se subdividen en 8 escalas que informan sobre diferentes conceptos de la salud subjetiva:
 - Función física (10 ítems).
 - Función social (2 ítems).
 - Roll físico funcional (4 ítems).
 - Roll Función emocional (3 ítems).
 - Salud mental (5 ítems).
 - Vitalidad (6 ítems).
 - Dolor corporal (5 ítems).

- Percepción general de la salud (5 ítems).

**Baremo utilizado esencialmente para el conocimiento inicial del paciente.*

Test de Cincinnati de valoración de rodilla (Cincinnati knee rating system)

Se utilizó el test de Cincinnati como un valorador propioceptivo y funcional fisioterapeuta/paciente ⁵⁷.

- El paciente fue valorado en todas las escalas del sistema, pero solo fueron estudiadas y puestas en comparación los siguientes apartados:
 - Marcha.
 - Escaleras.
 - sentadilla/arrodillarse.
- Las otras no comparadas fueron:
 - Carrera continua.
 - Salto y aterrizaje.
 - Giros y pivotes.

Inflamación (swelling)

- La inflamación fue tomada en parámetros centimétricos con el mismo perimetraje que el parámetro "troficidad de la región" a fin de poder comparar ambos miembros y otros casos.
- El punto de perimetraje se estableció en el centro de la rótula. Y para su medición, el paciente se encontraba en decúbito supino con la rodilla y cadera extendidas.
- Se expresaran los datos tanto en perimetraje total miembro afecto (PeriTotAfec) como su diferencia con el no afecto (DifPp).
- 38,5 cm miembro sano.

Sensibilidad articular posicional (JPS: joint position sense)

- Este parámetro es definido clínicamente como la habilidad de reproducir ángulos articulares, uno de los componentes paramétricos de la propiocepción.³⁵
- La medición del parámetro se realiza en cadena cinética abierta (CCA). Donde el paciente se sienta en una posición relajada y pre-establecida de 90° de flexión de rodilla. Los pies no deben tocar el suelo ni ningún otro objeto que pudiera establecer alguna relación propioceptiva. Además, se le coloca al paciente algún elemento en los ojos que le impida el input visual.
- Una vez en esta posición se establecen dos puntos de medida. Uno colocado en el trocánter mayor y otro en el borde lateral del maléolo externo. De tal forma que la medición de los grados resulte rápida y eficaz para su posterior comparación. Estas marcas fueron establecidas con dos cintas de tape adherente.
- Tras la colocación del paciente, el fisioterapeuta moverá la rodilla hacia la extensión desde su posición preestablecida (90°) con un movimiento lento pasivo de 10°/s hasta llegar a un ángulo articular de 50°. Después, el paciente mantiene la posición de forma activa durante 5'', sin la ayuda del fisioterapeuta para memorizar la posición. Tras los 5'', el fisioterapeuta pasivamente devuelve la rodilla a su posición inicial.
- Seguido, el paciente, tras darle la orden, deberá realizar activamente la extensión de rodilla para alcanzar la posición pedida y mantener la rodilla en esa posición durante 3''.
- El test se repite 3 veces cada vez que se aplica con ambas piernas.
- La baremación de los resultados vendrá descrita por la media de la desviación angular entre los tres intentos de ambas piernas (MJPSafec; MJPSnoafec) y la diferencia entre ambas (difJPS).
- Además, se cualificarán los resultados para su mejor estudio:
 - o i) error angular absoluto (gran diferencia entre la posición pedida y la establecida por el paciente) $X > 5^\circ$

- ii) error angular relativo (diferencia notable entre la posición pedida y la establecida por el paciente) $5^{\circ} > X > 2,5^{\circ}$
- iii) error angular mínimo (pequeña diferencia entre la posición pedida y la establecida por el paciente) $X < 2,5^{\circ}$

Fuerza muscular

- Se valoró la fuerza muscular con la utilización de test MMT (Manual muscle test of medical research council)⁵⁸.
- Se valoró a fuerza de la cadena posterior (fuerza en flexión) y la fuerza de la anterior (fuerza en extensión)
- Dos posibles posiciones de valoración:
 - MMT flexión: paciente en decúbito prono al final de la camilla, rodilla apoyada, pierna fuera.
 - MMT extensión: paciente sentado con rodilla apoyada, pierna fuera sin apoyo.
- Para la mejor comparación posterior de los resultados, se reasignaron valores acordes a los demás artículos para realizar su posible comparación. Estableciendo los siguientes valores:
 - 0: no contracción
 - 1: mínima contracción
 - 2: contracción sin gravedad
 - 3: contracción contra gravedad
 - 4: movimiento activo contrarresistencia
 - 5: normal/miembro sano

ROM

- El movimiento pasivo de rodilla fue medido a través del “prone hang test”⁵⁹. Realizándose los puntos de medida en maléolo externo y trocánter mayor con el paciente en decúbito prono siendo la rodilla la última parte situada en la camilla. El punto central de medición el cóndilo externo.

- El movimiento de la rodilla era descrito por el fisioterapeuta. Y para su medición se utilizó un goniómetro tradicional.
- Se tomaron resultados tanto en flexión (ROM-flex) como en extensión (ROM-ext). Marcando 0º como punto de partida de ambos.
- Se expresan los valores de la pierna sana como punto de referencia:
 - o Flexión: 132
 - o Extensión: 5

Troficidad de la región (masa muscular)

- La troficidad de la región fue medida para establecer tanto parámetros y diferencias con el miembro no afecto y otros diferentes casos.
- Los parámetros se tomaron en términos centimétricos midiendo el diámetro del muslo con una cinta métrica típica. Tales medidas fueron tomadas a 15 cm desde el borde superior de la rótula del miembro afecto y sano los cuales se encontraban en decúbito supino con extensión de rodilla y cadera.
- Los datos se ofrecen tanto en valores totales de la pierna afecta (TroAfec), como en valor diferencia entre la afecta y la sana (DifTro)
- Trofismo pierna sana: 50,4 cm.

VAS:

- El test de valoración de dolor por escala analógica se aplicó en el paciente como método de valoración del dolor y sus características⁶⁰.
- Para su baremación, y su posterior comparación, se establecieron los siguientes parámetros de referencia al paciente:
 - o 0: no dolor
 - o 10: dolor intolerable

- El test fue aplicado tanto a finales de las etapas descritas. Aunque también fue valorado a final del tratamiento todos los miércoles de cada semana donde se valoraba:
 - Dolor antes del tratamiento.
 - Dolor después del tratamiento.
 - Mayor dolor durante el tratamiento y cuando.
 - Mayor dolor durante el día y cuando.

Resultados:

- Momento de mayor dolor durante el tratamiento:
 - V1: ROM y reeducación de la marcha.
 - V2: ROM y planos inclinados, pierna afecta.
 - V3: planos inclinados pierna afecta, sentadilla (extensión de rodilla).
 - V4: planos inclinados pierna afecta, durante/después de correr.
 - V5: durante/después correr.
- Momento de mayor dolor durante el día:
 - Por las mañanas tras levantarse, siempre.

ANEXO 4 protocolo estándar

Fase 0: desde la operación hasta el inicio del tratamiento fisioterápico: (0-15 días).

- Objetivo:
 - Reducir hinchazón.
 - Mantener el rango el máximo rango de movimiento posible.
 - Ganar en rango de flexo-extensión.
- Indicaciones:
 - Realizar todos los ejercicios evitando el dolor.
 - Intentar mantener el miembro afecto en posición de declive.

- Utilización de muletas.
- Tratamiento:
 - Mantenimiento de la rodilla en posiciones elevadas.
 - Movimiento flexión dorsal-plantar del pie.
 - Movimiento inversión-eversión del pie.
 - Ejercicios isométricos de cuádriceps-isquiotibiales.
 - Uso de muletas si es necesario para mejorar la marcha y reducir hinchazón.

Fase 1: 0-6 semanas de tratamiento

- Objetivo:
 - reducir hinchazón y dolor.
 - incrementar rango de movimiento, sobre todo en extensión.
- Indicaciones:
 - Posibilidad de eliminar el uso de muletas (no criterio establecido).
 - Utilización de crioterapia tras la aplicación del tratamiento.
- Tratamiento:
 - Tratamiento articular: flexoextensión completa cadera-rodilla-tobillo.
 - Tratamiento articular: movilización latero-lateral y cráneo-caudal de rótula
 - Bicicleta estática (colocación de pedijada de pedales dependiendo de grado de movimiento).

Fase 2: 6-12 semanas de tratamiento

- Objetivo:
 - Normalizar el patrón de marcha.
 - Incrementar la fuerza muscular.
 - Soportar cargas.
- indicaciones:
 - Progresión individual para cada paciente

- Controlar la extensión y la posición del pie y rodilla durante la marcha.
- Componente motivacional durante los ejercicios de fuerza.
- tratamiento:
 - Tratamiento articular: flexoextensión cadera-rodilla-tobillo completa.
 - Tratamiento articular: movilización latero-lateral y cráneo-caudal de rótula.
 - Bicicleta estática sin limitación gradual.
 - Sentadilla con apoyo fases iniciales/finales.
 - Contracción gastrocnemios fases iniciales.

Fase 3: 12-18 semanas de tratamiento

- Objetivo:
 - Conseguir fuerza muscular total
 - Iniciación a tareas específicas del paciente
 - Aumentar y mejorar la fuerza y velocidad durante ejercicios
- Indicaciones:
 - Aumentar cargas en los ejercicios que proceda
- Tratamiento:
 - Bicicleta sin limitación
 - Sentadilla con apoyo fases finales.
 - Sentadilla sin apoyo fases iniciales.
 - Contracción gastrocnemios fases finales.
 - Ejercicios progresivo lateral de tronco: fases finales.
 - Ejercicios progresivos cadena posterior: fases finales.
 - Correr, nivel bajo/medio.

Fase 4: 18-24 semanas de tratamiento

- Objetivo:
 - Comenzar a correr de forma normal.
 - Mejorar tareas específicas del paciente.

- Velocidad y fuerza completa en ejercicios.
- Indicaciones:
 - Apoyarse en los baremos de la pierna sana.
- Tratamiento:
 - Mismo tipo de ejercicios que en fase 3 aumentando carga y velocidad.
 - Potenciación de tareas específicas/deportes.

Fase 5: 24-30 semanas de tratamiento

- Objetivo:
 - Potenciar y especificar en las tareas propias de deporte/tareas.
 - Prevención de futuras lesiones.
 - Instrucción del paciente.
- Indicaciones:
 - Depende de los intereses del paciente.
- Tratamiento:
 - Ejercicios específicos potenciados de tareas específicas/deportes.

ANEXO 5 base teórica del protocolo neurocognitivo

El objetivo del tratamiento neuromuscular consiste en la mejora del sistema nervioso de tal forma que pueda generar tan pronto, como en óptimas condiciones, los patrones musculares y articulares perdidos de la rodilla de y que, además, se reestablezcan los parámetros dinámicos estabilizadores articulares, disminuyendo las fuerzas articulares y aprendiendo de nuevo los patrones de movimiento de habilidades anteriores.

Los ejercicios están diseñados para inducir cambios compensatorios en los patrones de activación musculares y para facilitar la estabilidad de la rodilla. Buscando la optimización muscular que mejor se adecue al control motor.

Además, debe hablarse de base instructiva del tratamiento para el paciente en la cual se busca enseñar cómo controlar los elementos patológicos (hinchazón de la articulación, dolor, la contracción muscular, y la atrofia muscular) explicándole el comienzo, la evolución y sus compensaciones, para ser capaz de reconstruir y recobrar el movimiento característico de la articulación, así como la variabilidad y la adaptabilidad fluida y funcional, asimilando e insertando diversos mecanismos de la rodilla junto a aquellas tareas en las que la rodilla pueda estar involucrada.

Debemos destacar el especial interés y valor la imagen motora, un elemento esencial para la evolución propioceptiva y por lo tanto neurocognitiva, la cual será aplicada en todas las etapas durante las etapas neurocognitivas. Siendo este tipo de ejercicios, tarea esencial que permite al paciente restablecer conexiones neuronales motoras. Es de esta forma, como el paciente comienza simulando e imaginando la acción o tarea pedida, establece soluciones estratégicas ante problemas exigidos por el ejercicio, anticipando y simulando el movimiento, guiando y facilitando la propiocepción y por consiguiente, estimulando y mejorando el avance rehabilitador con base neurológica.

En consecuencia al tratamiento, los patrones alterados neurocognitivos producidos por la alteración del mapa neuronal debida a una restructuración patológica consecuente con la rotura del LCA dentro del área 5, se restablecen de la forma más funcional y efectiva para poder así recrear los patrones eficaces para las tareas de la vida diaria o el deporte específico, intentando disminuir al máximo los movimientos residuales alterados.

El tratamiento, por lo tanto, se centra en 5 estadios esenciales en la mejora neurocognitiva dentro del tratamiento neurocognitivo, que irán en progresión y acompañando al tratamiento estándar:

- Etapa de postoperatorio.
- Etapa de equilibrio.
- Etapa de estabilidad dinámica articular.
- Etapa de agilidad y fuerza.
- Etapa pliométrica y específica/deportiva.

Etapa de postoperatorio: claves de aplicabilidad.

- En esta etapa, debido a los posibles inconvenientes funcionales que el paciente pueda tener, el tratamiento se limita a la instrucción del paciente en términos neurocognitivos y psicológicos de su patología mientras se lleva a cabo la fase estándar del tratamiento.

Etapa de equilibrio: claves de aplicabilidad.

- Etapa que se aplica durante la primera y segunda etapa del protocolo estándar.
- Basa su fundamento en la importancia de los sistemas sensoriales que mantienen el equilibrio corporal: visual, vestibular, pero sobre todo somatosensorial (propiocepción).
- Los ejercicios de equilibrio se centran en la concienciación de la posición del cuerpo en el espacio con el objetivo de mantener el equilibrio del cuerpo.
- Además, en esta etapa se aplicaran ejercicios de imagen motora de grado 0-1 debido a la incapacidad aún de carga del paciente que guiarán a la rodilla a reconocer los primeros grados de movimiento que se aplicaran luego en la marcha pero en condiciones sin carga.
- Los ejercicios en esta etapa de tratamiento buscan volver a establecer las estrategias y habilidades motoras de la articulación de

la rodilla en concordancia con el desarrollo neurocognitivo de la rodilla en posiciones dinámicas. De tal forma, que será el paciente quien activamente deberá formar los patrones movimiento manteniendo en todo momento la estabilidad de la rodilla superando cada vez tareas funcionales y cognitivas caracterizadas por un aumento de la complejidad.

- Los ejercicios de imagen motora pasan de la no utilización de carga (grado 1), a la iniciación de ejercicios con carga (grados 2-3) de tal forma que la articulación empiece a trabajar en tareas cognitivas dinámicas y con soporte de cargas.
- Es necesario la correcta realización del ejercicio IM4-5 para poder asegurarnos un desarrollo neurocognitivo aceptable y ajustada a la progresión de tratamiento.

Etapas de estabilidad dinámica articular: claves de aplicabilidad.

- Esta etapa comienza durante la mitad de la segunda etapa estándar y parte de la tercera.
- Etapa muy importante para afianzar los patrones perdidos dentro del mapa cerebral. Por lo tanto los ejercicios comienzan a utilizar movimientos dinámicos enfocados a la progresión de fuerza neuromuscular.
- Así pues los ejercicios de imagen motora contarán con elementos de grado 2-3. Es muy importante la variabilidad de los ejercicios para evitar establecimiento de patrones específicos.

Etapas de agilidad y fuerza: claves de aplicabilidad.

- La tercera etapa neurocognitiva se asocia con la 3-4 fase del protocolo estándar.
- El objetivo primordial de esta fase neurocognitiva es potenciar la fase 3 estándar de tal forma que el fortalecimiento muscular se coordine

con la mejora neurocognitiva en todos los planos dinámicos funcionales de la rodilla, y así se eviten evoluciones musculares anormales que alteren el correcto funcionamiento de la articulación de la rodilla.

- Por lo tanto, en esta fase del tratamiento se incidirá en la consecución de diferentes planos musculares y posiciones articulares para realizar un desarrollo completo de cada elemento muscular.
- Se aplicarán ejercicios con componentes de agilidad para mejorar el desarrollo dinámico de la articulación y dar paso a los ejercicios de las siguientes fases más específicos.
- Ejercicios finales de grado 3 de imagen motora con carga completa.

Etapla pliométrica y específica/deportiva: claves de aplicabilidad

- La última etapa se correlaciona con las dos últimas etapas del protocolo estándar en la cual se termina el tratamiento rehabilitador y se prepara al paciente en la mejora e instrucción de aquellas tareas específicas en su vida intentando completar una mejor adaptación. Los ejercicios aplicados son realizados con completa carga y agilidad y se intentan seguir los mismos patrones de la pierna sana.
- Se buscan ejercicios explosivos y de rápida reacción como elemento conductor de desarrollo.
- Desarrollo de técnicas y estrategias de deportes específicos.

ANEXO 6 descripción de ejercicios neurocognitivos específicos

PLANOS INCLINADOS (EQUILIBRIO): claves de aplicabilidad

- Ejercicio progresivo de apoyos y complicación. El paciente debe mantener el equilibrio en las posiciones y condiciones requeridas, las cuales varían y se complican con el avance del tratamiento.
 - variantes: (progresión).
 - tipos de planos inclinados.
 - doble base de apoyo cilíndrica flexo/extensor.
 - único apoyo de base cilíndrica flexo/extensor.
 - único apoyo semiesférica amplia (todas las direcciones).
 - único apoyo semiesférica estrecha (todas las direcciones).
 - complicaciones
 - visión:
 - ojos abiertos.
 - ojos cerrados.
 - Posición articular:
 - Extensión (rodilla-cadera).
 - Grados de flexión (rodilla-cadera). Hasta 90° en fases finales.
 - Mantenimiento de bandas de theraband: mantenimiento de postura mientras se producen fuerzas desestabilizadoras por el fisioterapeuta. Mantenimiento de la posición.
 - Agarre cintura.
 - Agarre rodilla sana.
 - Agarre rodilla afecta.
 - Agarre mano sana.
 - Agarre mano afecta.
 - Tiempo:
 - 3 segundos.
 - 10 segundos.
 - Recepción de pelotas miembros superiores:
 - Ambas manos.

- Una mano.

EJERCICIO "LA ESTRELLA"⁵⁵: claves de aplicabilidad.

- Fases iniciales:

- Paciente coloca su pierna afectada en el centro de unión de 8 vectores que distan 45° entre ellos.
- El paciente es orientado hacia los diferentes vectores de referencia y preestablecido en tal posición realiza el ejercicio.
- El paciente orientado hacia el vector, proyecta la pierna no afectada hacia el punto que marca el vector realizando una tarea de dirección con el miembro afecto. El ejercicio es completo si consigue volver a la posición inicial. (figura 15)
- Se puede realizar el ejercicio con ambas piernas siempre y cuando sea posible físicamente para el paciente.



Figura 15

- Fases mediales:
 - Existen otras variaciones de la estrella que suelen ser aplicadas junto a la progresión del paciente.
 - Tras controlar el anterior ejercicio, ahora el paciente debe proyectar la pierna no afecta hacia el vector manteniendo la estabilidad del tronco, colocando tanto pierna como tronco en el mismo plano.
 - Lo mismo se puede hacer con la proyección de los diferentes brazos.

- Fases finales
 - La estrella puede usarse en fases finales donde se proyecta ahora el cuerpo entero manteniendo la pierna afecta en la posición de partida.
 - Estas fases finales pueden variarse en diferentes apartados:
 - Planos de movimiento
 - Amplitud de movimiento de diferentes articulaciones (tobillo, rodilla o cadera)
 - Cargas (lastres de hombros, manos, cadera...)
 - Diferentes tipos de feedback (táctiles, visuales...)

EJERCICIOS IMAGEN MOTORA (I.M.): claves de aplicabilidad.

Durante la realización del ejercicio el paciente deberá calibrar los parámetros funcionales del movimiento. Especialmente la intensidad y el "tempo".

- Imagen motora (I.M.) EJERCICIOS SIN CARGA

- IM1

- Paciente en decúbito supino opera con la extremidad inferior cuya cadera y pierna se encuentra flexionada para poder ser manejada por el fisioterapeuta.
- Tarea: reconocer las posiciones de flexión/extensión de la rodilla entre 0 y 90 °.
- Adjuntar a cada rango de movimiento un número a reconocer.
- Primer grado (figura 3a-3b).
- IM2
 - Paciente en decúbito supino con piernas extendidas
 - Tarea: reconocimiento de las diferentes posiciones en una línea recta con el tobillo de la pierna operante en contacto con la superficie por la que se desliza
 - Solo aplicable con un ROM>50
 - Inicialmente en primer grado, a medida que se gana masa muscular en primer/segundo grado.
- IM3
 - Paciente en supino con el miembro no afecto flexionado y afecto extendido.
 - Tarea: reconocimiento de las posiciones en el espacio de una tabla estandarizada con el tobillo. A su vez, se mantiene la operatividad del miembro extendido.
 - Posible utilización en segundo grado.
 - No permitir el desarrollo de irritabilidad o compensación.
 - Grado1
- IM4
 - Paciente en supino con el miembro operativo con una tabla colocada al alcance de las trayectorias por el talón.
 - Tarea: reconocimiento de trayectorias curvilíneas y posiciones de flexión/extensión con la rodilla entre 0 y 90° con el tobillo mantenido en la plataforma.
 - Ejercicio inicialmente en grado 1.
 - Posibilidad de variar el plano o el ángulo en función de la movilidad de la rodilla

- Por lo tanto el segundo grado puede realizarse con diferentes texturas (esponjas por ejemplo) debajo del talón
- IM5
 - Paciente en decúbito supino con la cadera-rodilla-tobillo en 90°. El miembro operativo descansa con el pie en un plano oscilante (cuya base es un rodillo).
 - Tarea: reconocimiento de la posición de flexo-extensión de la rodilla controlando la horizontalidad del plano.
 - El ejercicio será de 2 grado, iniciando el ejercicio en una silla y luego en barras paralelas con el paciente en bipedestación. Iniciando al paciente al movimiento del tobillo durante la marcha.
- IM6
 - Paciente en posición erguida entre las paralelas, con el miembro operante apoyado por el tobillo en un plano inclinado.
 - Tarea: reconocimiento y ejecución de trayectorias curvilíneas localizadas en el plano inclinado.
 - El ejercicio inicialmente se realiza en primer grado y en segundo grado con diferentes texturas para el talón.
 - También se pueden colocar diferentes áreas esféricas para el plano inclinado o incluso debajo de los arcos plantares del pie.
 - En los inicios del ejercicio, la superficie inclinada deberá colocarse en diferentes ángulos hábiles para la rodilla, luego se van ampliando al alcanzar los 90°
- IM7
 - Paciente en posición erguida con el miembro operativo descansando en un tablero donde se dibujan 5 círculos concéntricos, tangentes en un plano (el primero de 20 cm).
 - Las trayectorias pueden variar.
 - Tarea: ejecutar diferentes trayectorias con el tobillo del miembro operativo.

- Se pueden cambiar las texturas de los círculos.
- Grado 1/2 (figura 5)
- IM8
 - Paciente en posición erguida con el miembro operativo ligeramente adelantado localizado en una báscula. El miembro sano deberá estar a la misma altura.
 - Tarea: llevar la rodilla del miembro operativo hacia adelante (flexionándola) a la altura del dedo gordo del pie operativo (el cual descansaba en la bascula), donde se debe reconocer la textura de una esponja (diferentes esponjas con diferentes texturas) manteniendo la carga de la pierna en la báscula.
 - Grado 1/2
- Imagen motora (I.M.). EJERCICIOS CON CARGA:
 - IM9
 - Paciente en posición erguida entre las paralelas. El miembro operativo se sitúa en una báscula. El miembro sano en un plano inclinado que cuenta con trayectorias curvilíneas.
 - Tarea: realizar las diferentes trayectorias con el tobillo del miembro sano. Tales trayectorias se realizan con diferentes inclinaciones del plano inclinado.
 - Ejercicio de tercer grado solo cuando el miembro afecto es capaz de soportar carga.
 - IM10
 - Paciente en posición erguida con el miembro sano retrasado respecto al operativo, el cual se sitúa en medio de dos planos inclinados, uno en el antepié, y otro en el retropié.
 - Tarea: transferir el peso del retropié al antepié conjuntamente.

- Ejercicio de 2 grado
- Se podría modificar el ejercicio en grado 3 colocando el miembro sano en otro plano inclinado.
- IM11
 - Paciente en posición erguida con el miembro sano en una báscula y con el miembro operativo posteriormente situado al sano colocado en una plataforma inclinada que se puede desequilibrar en todas las direcciones del espacio (base de semiesfera)
 - Tarea: transferir el peso del antepié y el retropié del miembro sano manteniendo el plano inclinado horizontal.
 - Segundo grado
- IM12
 - Paciente en posición erguida entre las paralelas con los pies paralelos entre sí. El miembro sano se coloca en una báscula y el operativo en un plano oscilante que se puede inclinar en todas las direcciones del espacio.
 - Tarea: transferir el peso del cuerpo entre los dos pies sin manteniendo el plano inclinado en horizontal
 - Segundo grado (figura 7)
- IM13
 - Paciente en posición erguida con los pies paralelos. El miembro sano realizará círculos concéntricos con el talón. El miembro operativo se situara en un plano inclinado que puede oscilar en todos las direcciones del espacio
 - Tarea: realizar los círculos sin perder la horizontalidad del plano inclinado
 - Tercer grado
- IM14
 - Paciente en posición erguida entre las paralelas. El miembro operativo se colocará en diferentes distancias previamente marcadas dependiendo del fisioterapeuta.

- Tarea: llegar a apoyar el talón en tales distancias sin despegar el miembro sano del suelo.
- Primer, segundo y tercer grado.
- IM15
 - Paciente en posición erguida con la espalda apoyada en la pared, pies paralelos, con ambos pies colocados en dos basculas.
 - Tarea: realizar sentadillas con ambas piernas transfiriendo el peso de una a otra dependiendo de las indicaciones del paciente. Los grados de sentadilla serán marcados previamente adjudicando números a tales posiciones.
 - Primer, segundo y tercer grado, progresión.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo,.....
.....con DNI.....,autorizo a
..... con DNI....., a que mi caso sea desarrollado como
Trabajo de Fin de Grado.

Declaro que he sido informado de que la participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y
no se usara para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación.

Doy mi permiso para que la aplicación de técnicas así como sus resultados sean conocidos, sabiendo que el caso clínico pudiera aparecer en documentos impresos, versiones en línea y otras licencias; así como concedo mi permiso a terceros para reproducir este material.

Autorizo también a la toma de fotografías y grabación de vídeos.

Estos datos serán tratados y custodiados con respeto a mi intimidad y a la vigente normativa de protección de datos.

Zaragoza, a __ de _____ de 20__

Firma del participante